

# Аутэкология

## Факторная экология

Общие закономерности  
действия факторов среды на живые организмы

# Основные определения

Среда обитания - все, что окружает живой организм и с чем он непосредственно взаимодействует

## Типы сред обитания



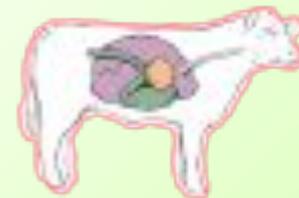
Водная



Наземно-воздушная



Почвенная



Живые  
организмы как  
среда  
обитания

Экологический фактор - любое свойство среды, которое можно измерить

# Классификация факторов

По природе:

- абиотические (температура, соленость, pH)
- биотические (численность хищников, паразитов)
- антропогенные (радиация, ксенобиотики)

По типу динамики:

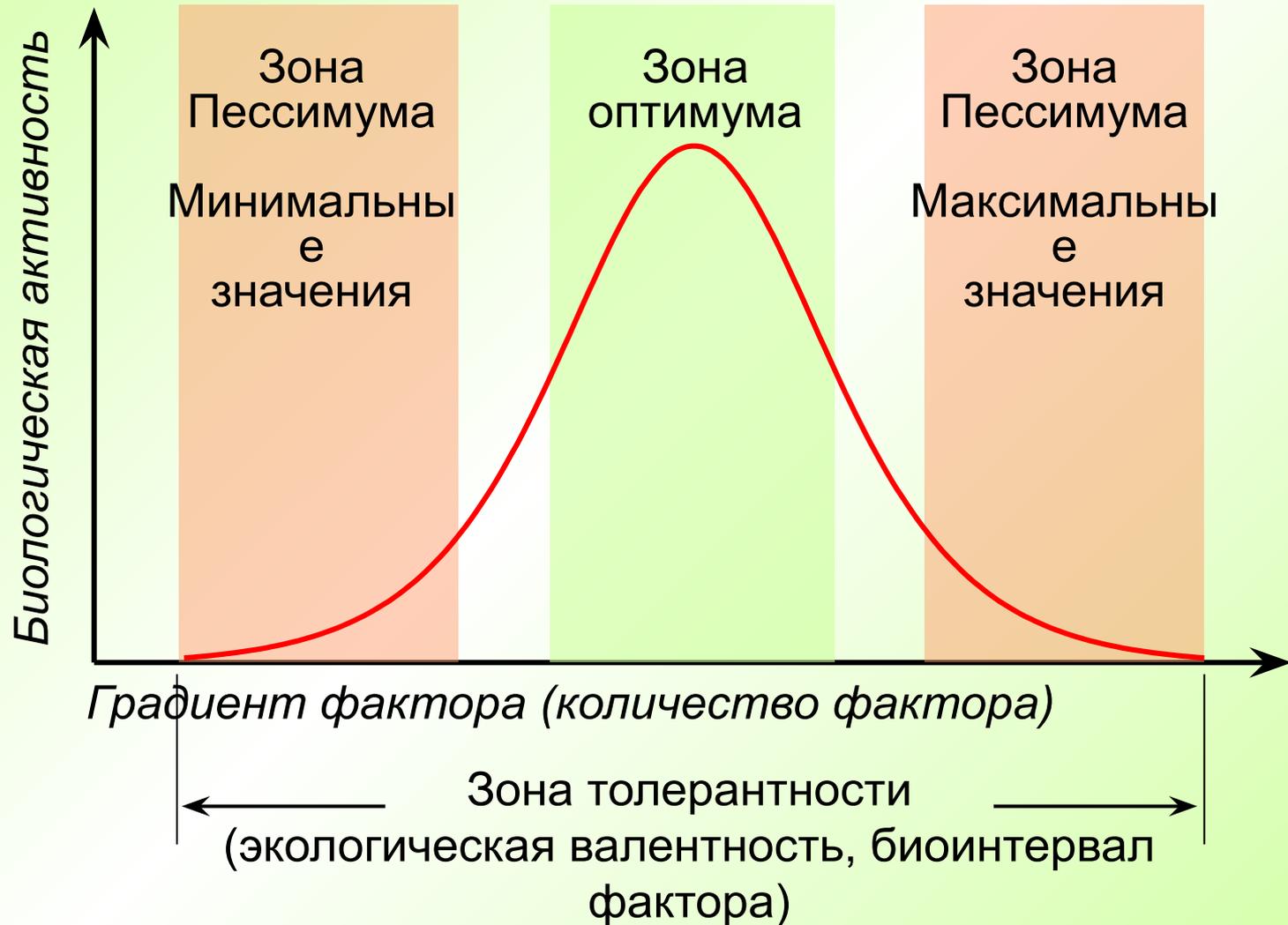
- постоянные (сила тяготения, состав атмосферы)
- изменчивые (регулярные, нерегулярные)

Фактор-условие и фактор-ресурс

# *Закон оптимальности (оптимума)*

Каждый живой организм может нормально существовать и продолжать свой род только в определённой области значений какого-либо фактора среды.

# Закон оптимума



По отношению к каждому фактору можно выделить *зону оптимума* (зону нормальной жизнедеятельности), *зону пессимума* (зону угнетения, характеризующуюся критическими значениями фактора, при которых нарушения в организме обратимы) и пределы выносливости организма (*зону толерантности*), которые ограничиваются летальными значениями фактора.

Способность живых организмов переносить количественные колебания действия фактора называется *экологической валентностью* (толерантностью, устойчивостью, пластичностью). Интервал значений между верхними и нижними пределами выносливости называется зоной толерантности.

Экологические валентности отдельных особей (индивидуумов) неодинаковы. Поэтому экологическая валентность вида шире экологической валентности каждой отдельной особи.

Набор экологических валентностей по отношению к разным факторам среды составляет экологический спектр вида.

В этом спектре почти всегда можно выделить фактор, который сильнее других влияет на состояние организма или популяции. Такой фактор будет ограничивать распространение вида даже в том случае, если все остальные факторы будут благоприятными. Такие факторы называют ограничивающими или **лимитирующими**. Именно они определяют **географический ареал вида**.

# Закон минимума

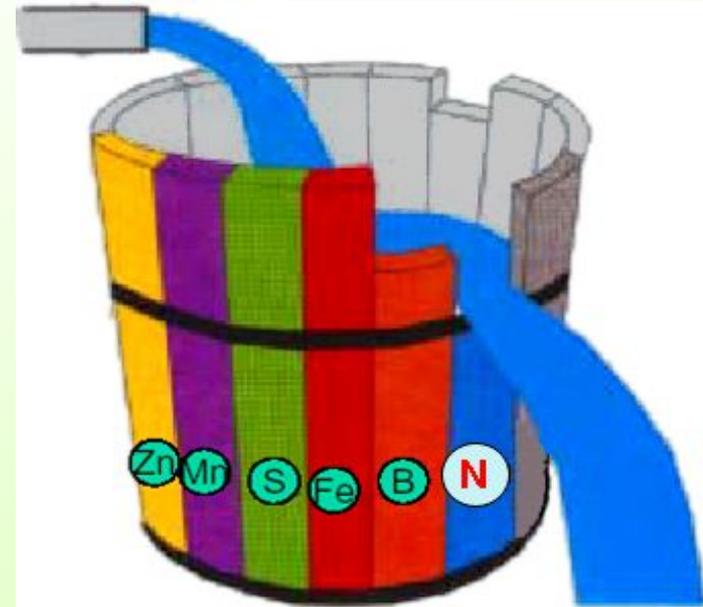
Выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей, т. е. жизненные возможности лимитирует тот фактор, количество которого близко к необходимому организму или экосистеме минимуму и дальнейшее снижение которого ведёт к гибели организма или деструкции экосистемы



Юстус **Либих**  
(1803 —  
1873)

*Рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве.*

Ю.Либих, 1840



## *Закон лимитирующих факторов*

(Ф. Блэкман, 1909 г.)

## *Закон толерантности*

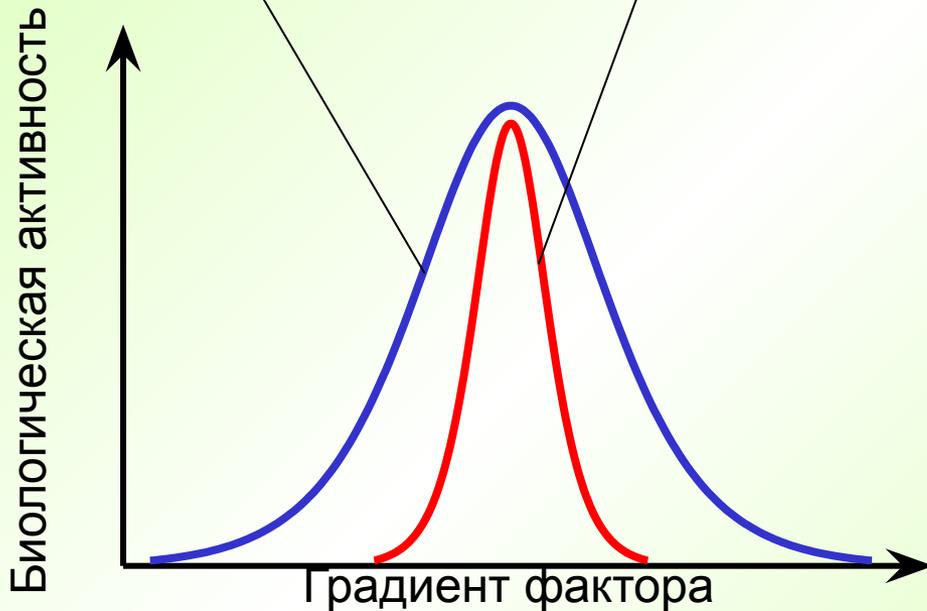
(В. Шелфорд, 1913 г.)

Факторы среды, имеющие в конкретных условиях пессимальное значение, наиболее удаляющееся от оптимума, особенно ограничивают возможность существования популяции (вида) в данных условиях, несмотря на оптимальное сочетание остальных условий.

# Стенобионты и эврибионты

Виды с широкой зоной толерантности – **Эврибионтные**

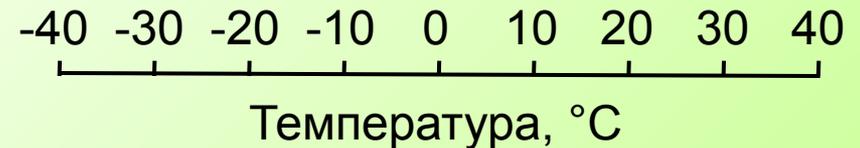
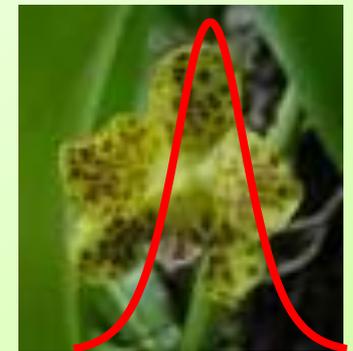
**Стенобионтные** виды – узкая зона толерантности



*Picea abies* – эвритермный вид



Тропические орхидеи - стенотермные виды



На основе результатов опытов и расчётов, устанавливающих критические, допустимые («терпимые») и летальные степени и дозы воздействия того или иного фактора (концентрации загрязнителей в средах, например), определяются нормативные показатели среды: предельно допустимые концентрации вещества (ПДК), предельно допустимые уровни воздействий (ПДУ) и т. п.

# *Закон совокупного действия факторов*

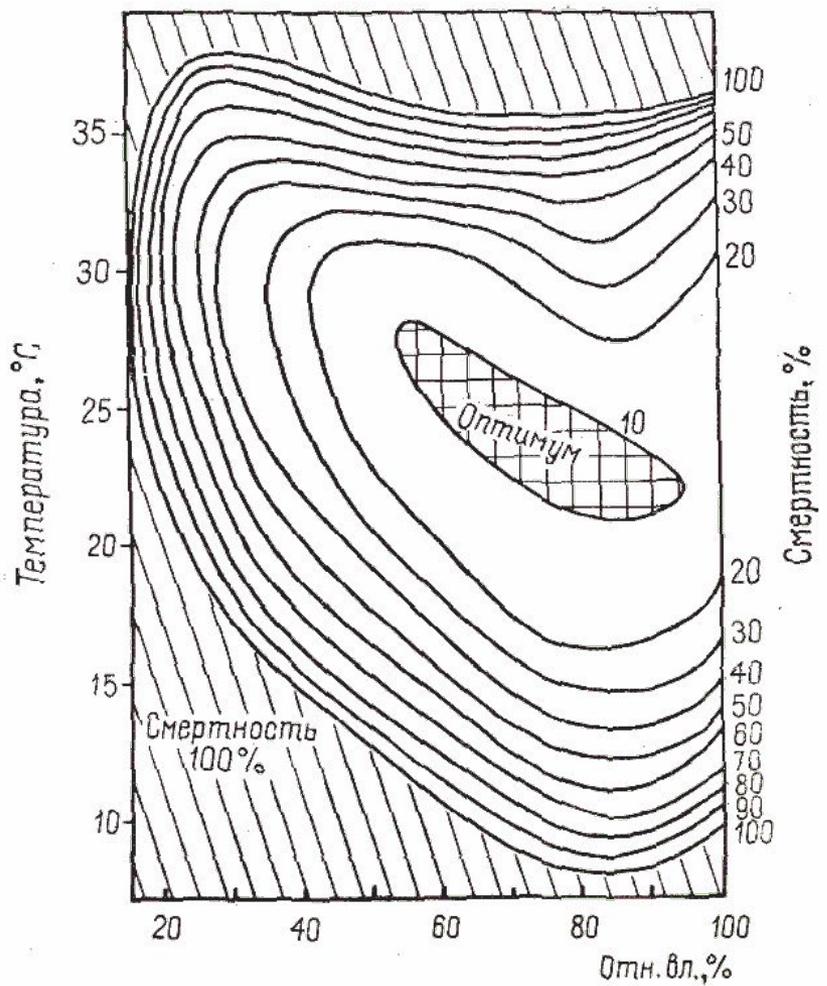
Немецкий агроном и физиолог А. Митчерлих (1909 г.) первоначально выявил закон совокупного действия факторов в растениеводстве:

Величина урожая ( $\Phi$ ) зависит не только от одного, пусть даже лимитирующего фактора ( $X$ ), но от всей совокупности действующих факторов одновременно:

$$\Phi = X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

# Взаимодействие факторов

Пределы толерантности по отношению к какому-либо фактору могут изменяться в зависимости от действия других факторов



Совместное влияние температуры и влажности на смертность куколки *Carposarsa pomonella* – вредителя

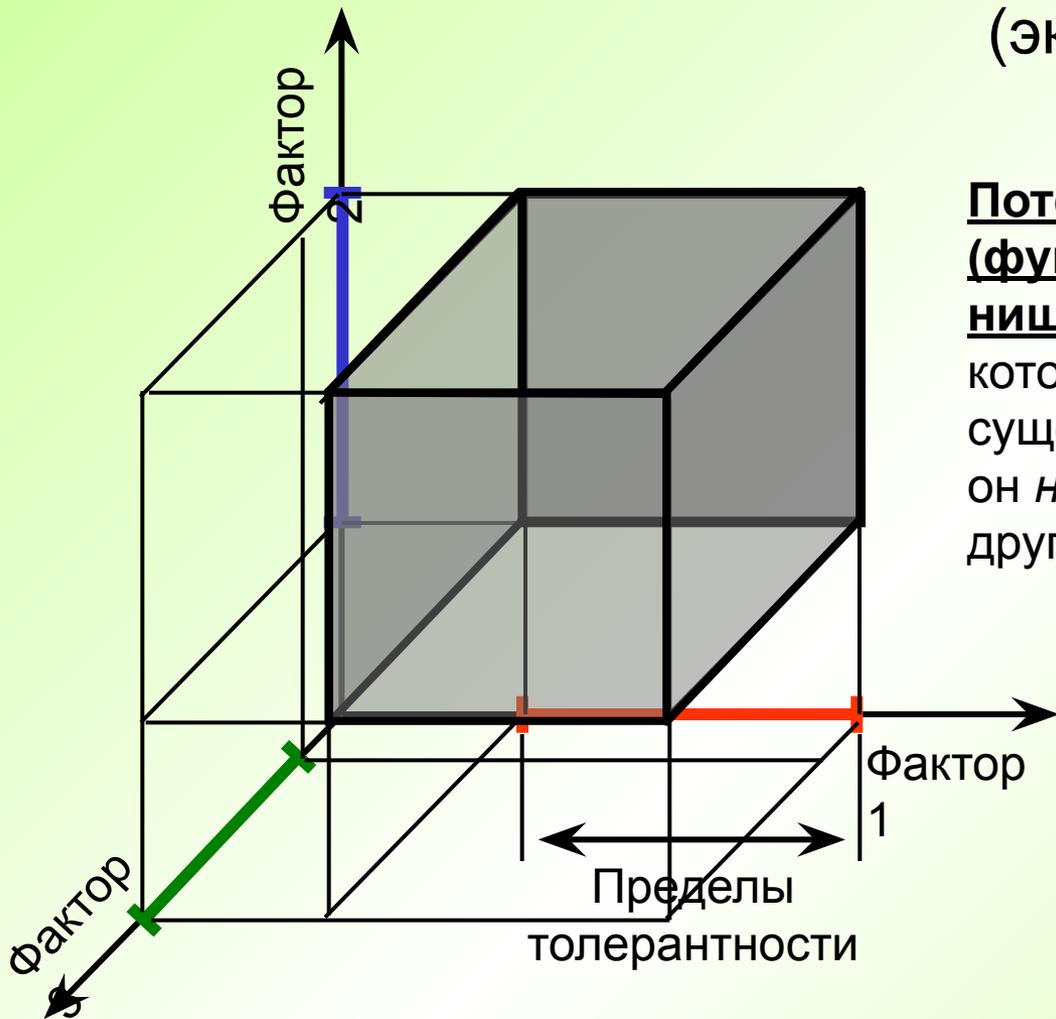
## *Закон совокупного действия факторов*

Экспериментально установлено, что в природе один экологический фактор может воздействовать на другой (например, недостаточная освещённость для растений может частично компенсироваться повышенной концентрацией  $\text{CO}_2$ ).

Таким образом, *для благополучия вида в экосистеме необходимо сочетание ряда ведущих факторов среды в значениях, близких к оптимальным.*

# Потенциальная экологическая ниша

(экологический спектр)

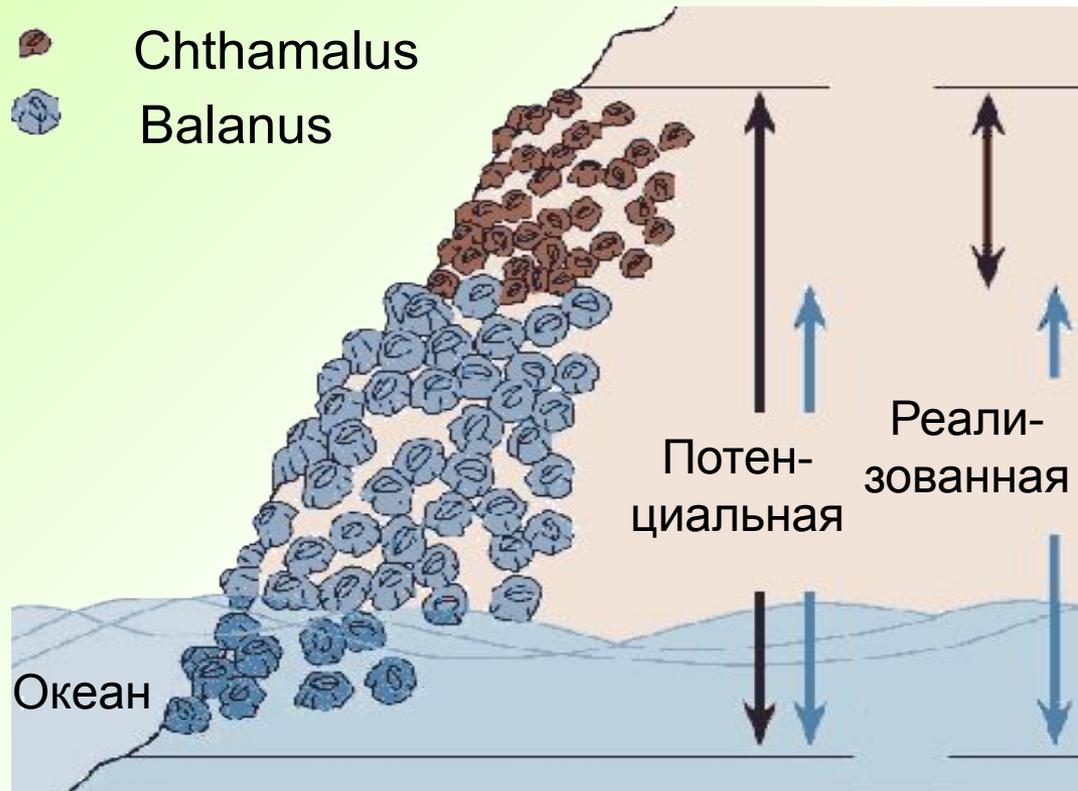


**Потенциальная (фундаментальная) экологическая ниша** - совокупность всех условий, в которых потенциально может существовать вид в том случае, если он *не ограничен конкуренцией* с другими видами

Математическая абстракция: потенциальная ниша вида в экологическом пространстве –  $n$ -мерный параллелепипед, все стороны которого представляют собой пределы толерантности вида по соответствующим экологическим факторам

# Реализованная экологическая ниша

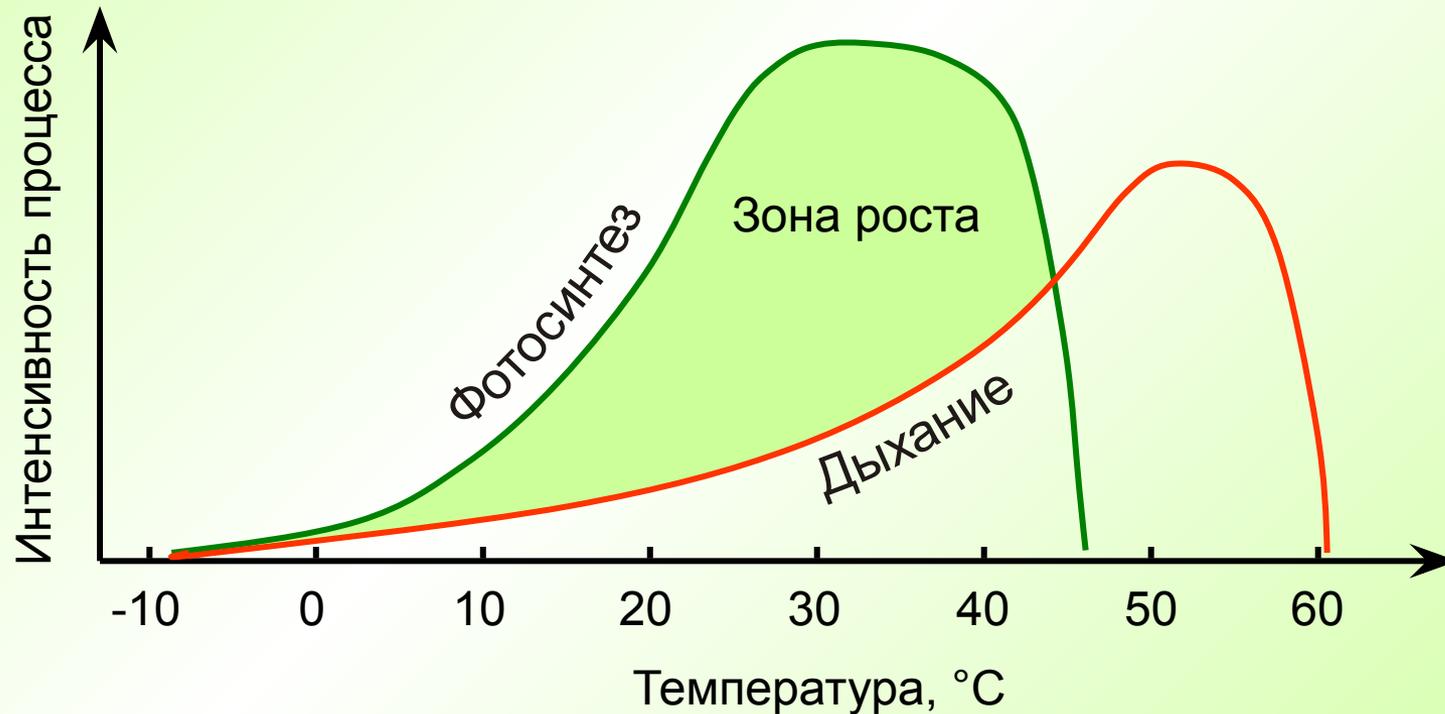
Положение вида, которое занимает в общей системе биоценоза в зависимости от его требований к абиотическим факторам (потенциальной ниши) и в условиях биотических ограничений (конкуренции)



Потенциальная и реализованная экологические ниши для двух видов усоногих рачков в зоне прилива

# Неоднозначность действия фактора на разные функции организма

Каждый фактор неодинаково влияет на разные функции организма

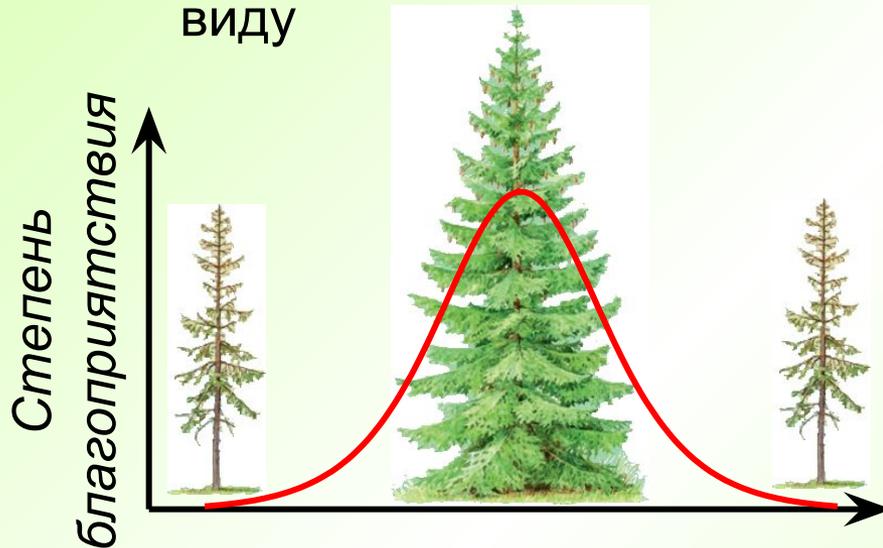


Зависимость фотосинтеза и дыхания от температуры

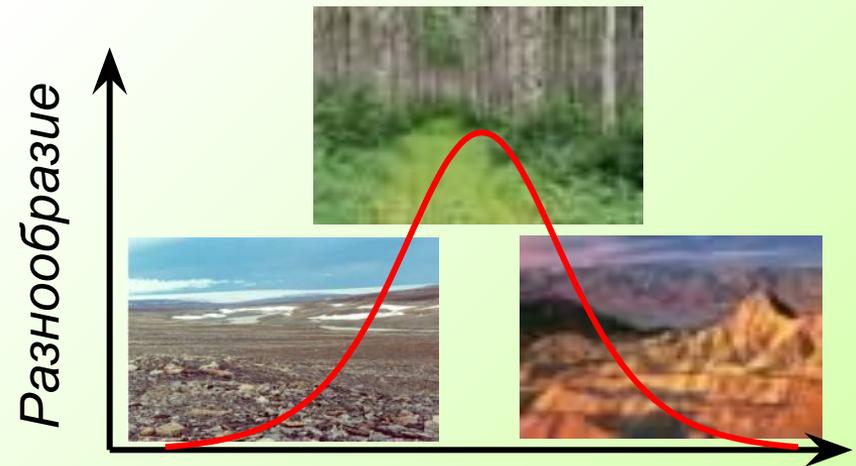
# Экстремальные условия

Понятие «экстремальное условия» используется в двух смыслах

1. По отношению к виду



2. По отношению к разнообразию



Градиент фактора

# Адаптации

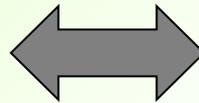
Адаптация — процесс приспособления строения и функций организмов, популяций, видов к условиям среды. Возникает под действием изменчивости, наследственности и естественного (или искусственного) отбора.

# Как возникают адаптации?

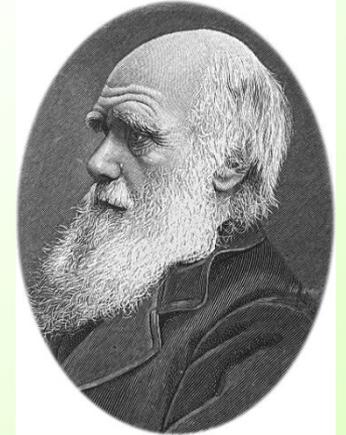


Жан Батист  
Ламарк

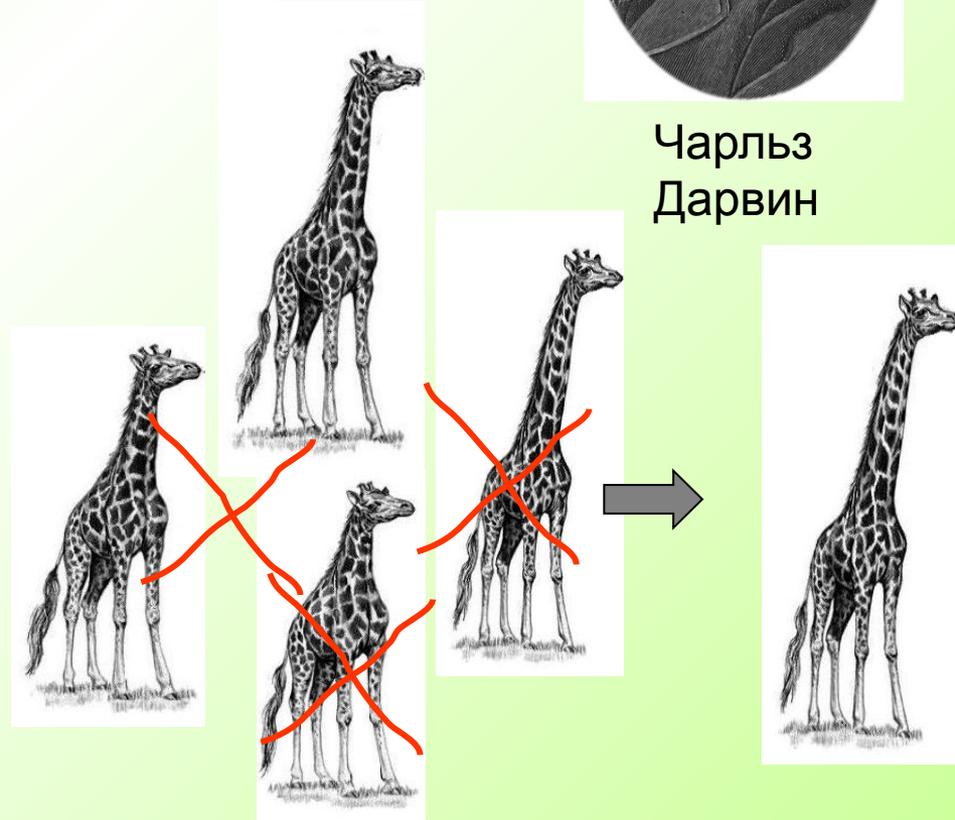
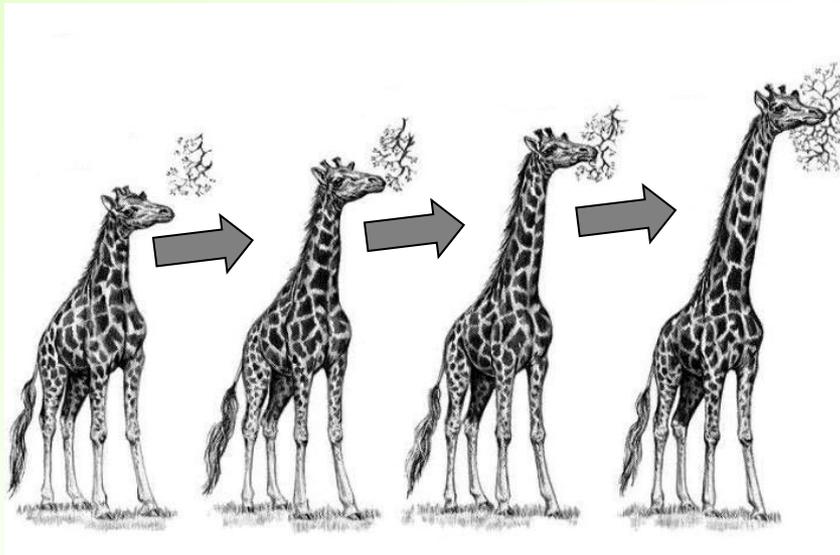
Направленные  
приспособления



Ненаправленные  
изменения,  
удачные  
отбираются



Чарльз  
Дарвин



# АДАПТАЦИИ

1. Морфологические адаптации – сопровождаются изменением в строении организма (например, видоизменённые листья у кактусов).
2. Физиологические адаптации – изменением в физиологии организма (например, способность верблюда обеспечивать себя водой путём окисления запасов жира).
3. Этологические адаптации – изменения в поведении (например, сезонные миграции птиц и млекопитающих).

Спасибо за внимание!